

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

# 西藏北部巴毛穷宗—涌波错—羌巴欠火山岩类型、 $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ 年龄及其地质意义

夏斌<sup>1)</sup>, 林清茶<sup>1,2)</sup>, 张玉泉<sup>1)</sup>, 邓万明<sup>3)</sup>

1) 中国科学院边缘海地质重点实验室, 中国科学院广州地球化学研究所, 510640;

2) 中国科学院研究生院, 北京, 100039; 3) 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京, 100029

**内容提要:** 通过岩石化学和 $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  定年研究结果: 巴毛穷宗钾质碱性火山岩, 涌波错和羌巴欠钙碱性火山岩,  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  坪年龄分别为 30~26 Ma、18 Ma 和 15~14 Ma, 并对该区火山岩的性质和时空演化规律与青藏高原隆升的内在联系进行了探讨。

**关键词:** Ar-Ar 年龄; 碱性岩; 巴毛穷宗; 涌波错; 羌巴欠; 西藏北部

西藏北部巴毛穷宗、涌波错和羌巴欠等地区火山岩比较发育(张玉泉等, 1997), 由于该地区地处高寒无人区, 交通不便, 气候恶劣, 工作极端困难和艰苦。尽管如此, 对该区火山岩的分布产状、岩石类型和火山地貌等仍做了大量的工作(邓万明, 1978; Arand et al., 1992; Miler et al., 1999)。有关该区火山岩时代的研究, 最早由美国 Rochester 大学 Basu 从中国科学院地质研究所邓万明处获得巴毛穷宗地区火山岩样品, 测定了 5 个 K-Ar 法数据, 年龄范围在 28~20 Ma(邓万明, 1989), 但缺少对应的岩性资料, 其年龄值意义虽不确切, 但至少给出了该区火山喷溢的信息。Turner 等(1993)根据 $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  定年结果, 认为藏北火山作用始于 13 Ma。该年龄值对可可西里地区来说, 仅反映北部火山作用的时间, 而南部火山作用的时间远大于该年龄值(郑祥身等, 1996)。由于地区和火山作用时间的差异, 使得在认识上的不一致。加之青藏高原北部新生代火山岩分布面积达几十万平方公里, 研究程度低。要查明该区新生代火山作用的起始时间和演化, 是一项重要而又艰巨的工作。本文研究是以往工作的继续和深化, 为深入探讨青藏高原隆升提供火山作用方面的时间表。

## 1 地质和岩石简况

研究区(东经: 86°~87°11', 北纬: 34°46'~36°)

位于羌塘微板块北部与中昆仑山以南地区(图 1)。区内地层: 上古生界( $P_2$ )和下二叠统( $P_1$ )为一套轻变质的粉砂岩、硅质岩及板岩; 晚三叠世若拉岗日群( $T_{r1}$ )和侏罗纪雁石坪群( $J_{ys}$ )为砂岩、砂页岩和灰岩; 第三系多夹有膏盐层砖红色砂岩及粉砂质泥岩(邓万明等, 1980); 第四系为冲积湖积松散层。主断裂构造为东西向, 次为北东和北西两组共轭断层, 新生代以来的火山喷溢事件多伴随上述构造产出。针对其中 3 个地区的火山岩进行了年龄测定: 巴毛穷宗钾质碱性火山岩区(87°11'E, 34°46'N)是一个中等规模的熔岩被, 熔岩最厚处约有 300 余米, 南北长 20 km, 东西宽 15 km, 面积约 300 km<sup>2</sup>, 由熔岩台地和火山锥组成火山岩的主体, 其主峰海拔 5398 m, 周围分布火山岩残丘。该区岩石类型有橄榄白榴斑岩、响岩、碧玄岩、碱玄岩和霞辉岩等, 均为超碱性钾质碱性岩浆岩类, 用于测年的岩石岩性为响岩、碧玄岩和霞辉岩; 涌波错钙碱性火山岩区, 位于涌波湖东 3.3~6.9 km(86°52'E, 35°41'N), 由 3 个火山锥和两个熔岩台地组成, 面积约 50 km<sup>2</sup>, 在锥体剖面上可看到 3 套岩石: 底部为三叠系若拉岗日群浅变质黄色钙质砂岩, 中部为第三系红层, 顶部为灰黑色英安质熔岩, 厚 25~50 m(邓万明, 1998)。熔岩由具斑状结构的辉石英安岩和粗面安山岩等组成。用于测年的岩石岩性为辉石英安岩; 羌巴欠钙碱性火山岩区(86°E, 35°50'N 至 87°E, 36°N), 是昆仑山南麓东

注: 本文为国家自然科学基金重点项目(编号 40534019)和中国科学院知识创新工程重要方向项目(编号 KZCX2-SW-117)资助的成果。

收稿日期: 2006-02-11; 改回日期: 2006-08-20; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 夏斌, 男, 1959 年出生。博士, 研究员。构造地质学、构造地球化学专业。通讯地址: 510640, 中国科学院广州地球化学研究所; 电话: 020-85290734; Email: xiabin@gig.ac.cn。

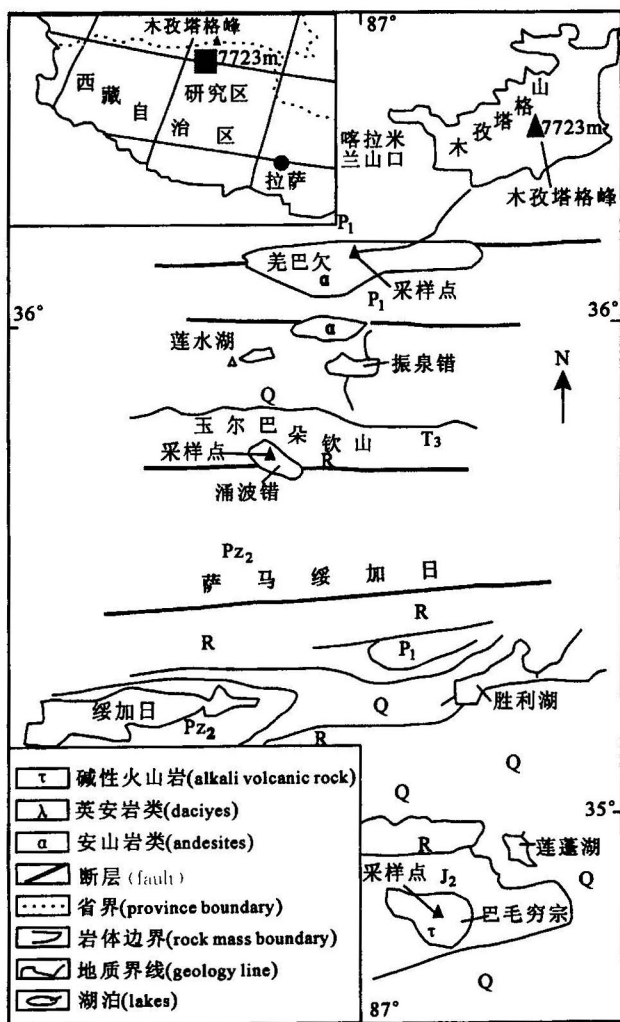


图 1 藏北巴毛穷宗—羌巴欠地区地质略图[引自邓万明(1978)略加修改]

Fig. 1 The sketch map of geology from Bamaoqiongong to Qiangbaqian in the Northern Tibet(modify from

Deng Wanming, 1978)

Q—第四系; R—第三系; J<sub>2</sub>—中侏罗系统; T<sub>3</sub>—土门组;

P<sub>1</sub>—下二叠统; Pz<sub>2</sub>—上古生界

Q—Quaternary; R—Tertiary; J<sub>2</sub>—Middle Jurassic; T<sub>3</sub>—Tumen Formation; P<sub>1</sub>—Lower Permian; Pz<sub>2</sub>—Upper palaeozoic

西向火山岩带的一部分,北面主昆仑山的喀拉木山口之南麓和南边到振泉湖以北宽 50~70 km 的广阔的湖盆区,有很多火山岩台地和熔岩流分布,面积达 1500 km<sup>2</sup>,羌巴欠火山岩区只是其中一小部分,由若干个火山岩高地和熔岩流组成,熔岩流很薄,一般只有 20~30 m,有的地方仅数米(邓万明,1998)。岩石类型比较简单,主要是黑色含气孔构造的辉石安山岩类,用于测年的岩石岩性为辉石安山岩和安山岩。详细内容见文献(邓万明,1978)。3 个地区的

火山岩中选出 7 个样品进行同位素 Ar-Ar 年龄测定,同时用湿法分析岩石化学成分(表 1):巴毛穷宗地区火山岩岩石化学成分偏基性( $\text{SiO}_2=44.78\%\sim 53.8\%$ ),富碱( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=5.03\%\sim 9.42\%$ ),高钾( $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ );涌波错和羌巴欠地区的火山岩,岩石化学成分偏酸性( $\text{SiO}_2=60.76\%\sim 65.57\%$ ),贫碱( $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=5.17\%\sim 6.12\%$ ),钾高( $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$ )。另外,在 AR-SiO<sub>2</sub> 与碱度关系图(Wright, 1969)中(图 2):巴毛穷宗地区火山岩数据点均处在碱性区和过碱性区,在 An-Ab-Or 三角图解(Irvine et al., 1971),数据点集中在钾质区(图略),表明巴毛穷宗火山岩属于钾质碱性系列;涌波错和羌巴欠地区火山岩,数据点集中在钙碱性区,表明它们属于钙碱性系列。

## 2 火山岩全岩 $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ 年龄测定结果

由于所研究的火山岩结晶细小,难以分选出单矿物,因而定年样品全部采用全岩样品。所有被选样品都在岩相学研究的基础上经过认真筛选,以保证样品的新鲜和代表性。 $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  法测定样品经核反应堆进行中子活化,纯化后直接进入 MM-1200 质谱仪进行 Ar 同位素组成分析。干扰同位素的校正因子参考文献(戴樟漠等,1982)。

巴毛穷宗,涌波错和羌巴欠火山岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  Ar 阶段加热分析结果见表 2、图 3。获得各类岩石全岩 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  坪年龄如下:巴毛穷宗霞辉岩(Bb-90)的坪年龄为  $29.3 \pm 0.6 \text{ Ma}$ ( $^{39}\text{Ar}$  占 93.20%,参加坪年龄计算的温度阶段详见表 2),其等时线年龄 28.9

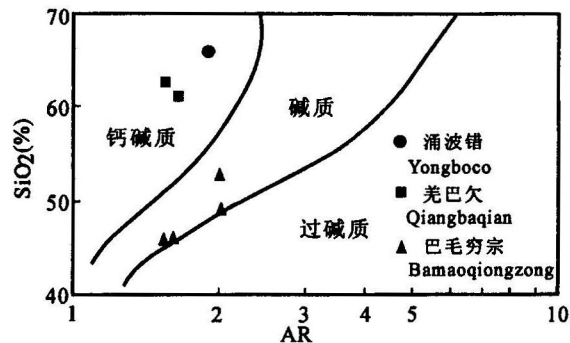


图 2 藏北巴毛穷宗—羌巴欠火山岩 AR-SiO<sub>2</sub> 图

Fig. 2 The SiO<sub>2</sub>-AR diagram of volcanic rocks from Bamaoqiongong to Qiangbaqian in the Northern Tibet

$\text{AR} = \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} + (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) / \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CaO} - (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$

表 1 藏北巴毛穷宗—羌巴欠火山岩化学成分(%)

Table 1 Chemical composition (%) of volcanic rocks from Bamaoqiongong to Qiangbaqian in the Northern Tibet

| 产地   | 岩石名称  | 样品号    | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | FeO  | MnO  | MgO  | CaO  | Na <sub>2</sub> O | K <sub>2</sub> O | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | 烧失   | 总量    |
|------|-------|--------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|------|-------|
| 巴毛穷宗 | 霞辉岩   | Bb-90  | 47.47            | 1.21             | 16.65                          | 5.20                           | 3.40 | 0.10 | 3.96 | 7.66 | 3.35              | 5.39             | 0.73                          | 4.80 | 99.92 |
| 巴毛穷宗 | 碧玄岩   | Bb-104 | 45.36            | 1.30             | 14.29                          | 5.14                           | 4.65 | 0.12 | 7.03 | 9.64 | 2.61              | 2.93             | 1.19                          | 5.48 | 99.74 |
| 巴毛穷宗 | 碧玄岩   | Bb-106 | 53.80            | 0.38             | 21.78                          | 2.21                           | 2.95 | 0.18 | 0.26 | 4.43 | 4.58              | 4.84             | 0.18                          | 3.96 | 99.55 |
| 巴毛穷宗 | 响岩    | Bb-118 | 44.78            | 1.55             | 13.04                          | 2.99                           | 5.65 | 0.14 | 6.68 | 8.92 | 2.84              | 2.19             | 1.29                          | 9.10 | 99.17 |
| 涌波错  | 辉石英安岩 | Bg-143 | 65.57            | 0.65             | 17.56                          | 1.33                           | 2.24 | 0.02 | 0.40 | 3.89 | 2.44              | 3.68             | 0.20                          | 1.40 | 99.38 |
| 羌巴欠  | 辉石安山岩 | Bg-127 | 60.76            | 1.37             | 16.26                          | 2.24                           | 3.91 | 0.1  | 1.75 | 4.78 | 2.62              | 2.97             | 0.60                          | 2.01 | 99.37 |
| 羌巴欠  | 安山岩   | Bg-135 | 63.23            | 1.1              | 16.26                          | 2.27                           | 2.90 | 0.07 | 1.24 | 4.74 | 2.29              | 2.88             | 0.60                          | 1.75 | 99.33 |

分析者:中国科学院地球化学研究所李荪蓉。

±0.6 Ma。碧玄岩(Bb-104)的年龄为 26.2 ± 0.5 Ma (<sup>39</sup>Ar 占 88.07%),其等时线年龄 24.4 ± 0.5 Ma。碧玄岩(Bb-106)的年龄为 26.7 ± 0.5 Ma (<sup>39</sup>Ar 占 98.32%),其等时线年龄 28.9 ± 0.6 Ma。响岩(Bb-118)的年龄为 29.5 ± 0.6 Ma (<sup>39</sup>Ar 占 94.77%),其等时线年龄 30.2 ± 0.6 Ma;涌波错辉石英安岩(Bg-143)的年龄为 18.6 ± 0.4 Ma (<sup>39</sup>Ar 占 95.27%),其等时线年龄 18.3 ± 0.4 Ma;羌巴欠辉石安山岩(Bb-127)的年龄为 14.7 ± 0.3 Ma (<sup>39</sup>Ar 占 75.34%),其等时线年龄 14.2 ± 0.3 Ma。安山岩(Bb-135)的年龄为 14.7 ± 0.3 Ma (<sup>39</sup>Ar 占 80.03%),其等时线年龄 13.0 ± 0.3 Ma 等。前述结果表明,同一个样品的全岩等时线年龄和坪年龄基本一致,说明其年龄值有较高的可信度。

### 3 讨论

#### 3.1 火山岩类型

根据岩石学和岩石化学研究,表明该区广泛分布的火山岩明显呈现两大类型,一是巴毛穷宗地区钾质碱性火山岩。它是哀牢山—金沙江新生代钾质碱性岩浆岩带的西延部分,岩性以基性超基性为主,岩石类型有响岩、碱玄岩、碧玄岩和霞辉岩等;二是涌波错和羌巴欠地区钙碱性火山岩,岩性以中酸性岩为主。岩石类型有安山岩和辉石安山岩等。

表 2 藏北巴毛穷宗—羌巴欠火山岩全岩<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 分析结果Table 2 Whole rock <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar ages of volcanic rocks from Bamaoqiongong to Qiangbaqian in the Northern Tibet

| t(C)                                                        | <sup>39</sup> Ar(%) | <sup>40</sup> Ar*(%) | <sup>39</sup> Ar/ <sup>36</sup> Ar | <sup>40</sup> Ar/ <sup>36</sup> Ar | <sup>37</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar | 年龄(Ma) | 误差    |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------|-------|
| Bb-90(巴毛穷宗) J=0.012, Wt=0.0959g, 坪年龄=29.3±0.6 Ma (7~14 点)   |                     |                      |                                    |                                    |                                    |        |       |
| 360                                                         | 0.4                 | 32.12                | 25.31                              | 435.43                             | 43.32                              | 115.83 | 51.22 |
| 440                                                         | 1.09                | 34.29                | 62.52                              | 450.02                             | 33.35                              | 52.69  | 16    |
| 520                                                         | 1.92                | 66.54                | 177.15                             | 886.51                             | 52.04                              | 70.77  | 7.14  |
| 600                                                         | 1.35                | 67.38                | 169.76                             | 909.11                             | 54.94                              | 76.55  | 6.92  |
| 680                                                         | 0.86                | 35.38                | 65.61                              | 457.6                              | 43.95                              | 52.68  | 12.64 |
| 750                                                         | 1.17                | 45.25                | 85.07                              | 540.3                              | 17.11                              | 61.21  | 12.39 |
| 810                                                         | 4.59                | 30.09                | 99.21                              | 423.03                             | 3.86                               | 27.6   | 1.42  |
| 870                                                         | 10.68               | 65.78                | 434.76                             | 870.77                             | 1.39                               | 28.4   | 0.56  |
| 930                                                         | 13.02               | 76.81                | 743.56                             | 1295.96                            | 1.08                               | 28.88  | 0.43  |
| 980                                                         | 15.55               | 81.57                | 1010.03                            | 1642.39                            | 1.11                               | 28.62  | 0.31  |
| 1030                                                        | 14.82               | 81.33                | 999.88                             | 1620.61                            | 1.07                               | 28.45  | 0.27  |
| 1100                                                        | 14.75               | 82.5                 | 1032.25                            | 1730.72                            | 0.84                               | 29.83  | 0.31  |
| 1190                                                        | 6.91                | 76.01                | 656.35                             | 1249.65                            | 2.65                               | 31.18  | 0.8   |
| 1300                                                        | 12.88               | 74.15                | 589.24                             | 1157.74                            | 2.2                                | 31.38  | 0.41  |
| Bb-104(巴毛穷宗) J=0.011, Wt=0.2057g, 坪年龄=26.2±0.5 Ma (2~8 点)   |                     |                      |                                    |                                    |                                    |        |       |
| 440                                                         | 1.3                 | 0.37                 | 7.51                               | 296.6                              | 0.38                               | 2.89   | 1.43  |
| 520                                                         | 6.14                | 9.42                 | 22.08                              | 326.23                             | 0.39                               | 27.3   | 1.3   |
| 600                                                         | 18.11               | 41.12                | 131.65                             | 502.52                             | 0.35                               | 30.81  | 0.5   |
| 680                                                         | 18.27               | 53.94                | 252.08                             | 643.69                             | 0.31                               | 27.09  | 0.45  |
| 750                                                         | 6.96                | 49.87                | 277.93                             | 591.43                             | 0.3                                | 20.92  | 1.19  |
| 870                                                         | 7.53                | 53.92                | 324.46                             | 643.95                             | 0.34                               | 21.1   | 1.07  |
| 1030                                                        | 10.21               | 67.35                | 517.84                             | 912.67                             | 0.49                               | 23.4   | 0.78  |
| 1190                                                        | 20.85               | 73.36                | 641.84                             | 1122.06                            | 1.36                               | 25.27  | 0.36  |
| 1340                                                        | 10.62               | 43.7                 | 277.93                             | 526.38                             | 4.9                                | 16.34  | 1.34  |
| Bb-106(巴毛穷宗) J=0.0108, Wt=0.2072g, 坪年龄=26.7±0.5 Ma (2~9 点)  |                     |                      |                                    |                                    |                                    |        |       |
| 600                                                         | 1.68                | 13.84                | 118.04                             | 343.12                             | 1.09                               | 7.84   | 2     |
| 680                                                         | 5.62                | 64.66                | 448.89                             | 843.33                             | 0.47                               | 23.62  | 0.35  |
| 750                                                         | 10.17               | 80.02                | 922.26                             | 1510.92                            | 0.38                               | 25.49  | 0.22  |
| 810                                                         | 15.41               | 86.25                | 1422.88                            | 2225.98                            | 0.17                               | 26.24  | 0.18  |
| 870                                                         | 13.72               | 92.92                | 2861.36                            | 4498.68                            | 0.01                               | 28.39  | 0.23  |
| 930                                                         | 10.47               | 88.63                | 1793.41                            | 2721.45                            | 0.11                               | 26.16  | 0.21  |
| 1030                                                        | 9.57                | 87.61                | 1613.26                            | 2485.17                            | 0.14                               | 26.25  | 0.24  |
| 1190                                                        | 18.88               | 90.92                | 2246.17                            | 3450.74                            | 0.15                               | 27.16  | 0.14  |
| 1340                                                        | 14.48               | 89.6                 | 1875.34                            | 2981.96                            | 0.25                               | 27.69  | 0.14  |
| Bb-118(巴毛穷宗) J=0.0103, Wt=0.1715g, 坪年龄=29.5±0.6 Ma (3~12 点) |                     |                      |                                    |                                    |                                    |        |       |
| 360                                                         | 0.69                | 1.82                 | 7.53                               | 300.96                             | 9.82                               | 13.44  | 18.71 |
| 520                                                         | 4.55                | 6.12                 | 5.22                               | 314.77                             | 5.85                               | 67.34  | 2.29  |
| 600                                                         | 4.06                | 5.31                 | 10.34                              | 312.09                             | 6.07                               | 29.57  | 1.81  |

续表 1

| $t(^{\circ}\text{C})$                                                         | $^{39}\text{Ar}\%$ | $^{40}\text{Ar}\%$ | $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ | $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ | $^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ | 年龄(Ma) | 误差     |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------|--------|
| 680                                                                           | 6.25               | 5.7                | 12.74                           | 313.38                          | 3.33                            | 25.89  | 1      |
| 750                                                                           | 17.1               | 35.33              | 99.49                           | 457.38                          | 1.03                            | 29.98  | 0.21   |
| 810                                                                           | 18.9               | 66.53              | 379.93                          | 889.55                          | 0.37                            | 28.82  | 0.14   |
| 870                                                                           | 16.78              | 76.89              | 613                             | 1296.35                         | 0.29                            | 30.09  | 0.14   |
| 930                                                                           | 9.51               | 74.42              | 536.21                          | 1168.59                         | 0.67                            | 30.01  | 0.29   |
| 980                                                                           | 5.78               | 66.54              | 394.54                          | 890                             | 1.32                            | 27.78  | 0.41   |
| 1070                                                                          | 6.32               | 70.7               | 452.6                           | 1017.95                         | 1.78                            | 29.42  | 0.53   |
| 1160                                                                          | 6.16               | 76.22              | 554.37                          | 1258.22                         | 3.88                            | 31.98  | 0.63   |
| 1300                                                                          | 3.91               | 60.22              | 256.49                          | 746.25                          | 8.15                            | 32.36  | 2.2    |
| Bg-143(涌波错) $J=0.0106$ , $W_t=0.2007\text{g}$ , 坪年龄=18.6 $\pm$ 0.4 Ma(6-14 点) |                    |                    |                                 |                                 |                                 |        |        |
| 360                                                                           | 0.2                | 16.87              | 45.42                           | 355.56                          | 16.9                            | 25.11  | 21.95  |
| 440                                                                           | 0.44               | 29.53              | 64.05                           | 419.55                          | 16.76                           | 36.67  | 12.96  |
| 520                                                                           | 0.7                | 29.24              | 74.78                           | 417.86                          | 16.58                           | 31.03  | 47.25  |
| 600                                                                           | 1.26               | 45.31              | 206.72                          | 541.88                          | 12.55                           | 22.65  | 478.88 |
| 680                                                                           | 2.14               | 69.25              | 766.43                          | 976.18                          | 2.9                             | 16.91  | 0.6    |
| 750                                                                           | 9.73               | 88.58              | 2543.74                         | 2760.29                         | 0.48                            | 18.44  | 0.13   |
| 810                                                                           | 30.54              | 88.94              | 2585.89                         | 2853.08                         | 0.16                            | 18.82  | 0.04   |
| 840                                                                           | 20.05              | 94.33              | 5977.27                         | 6076.06                         | 0.19                            | 18.4   | 0.06   |
| 870                                                                           | 9.88               | 91.94              | 3862.55                         | 4047.86                         | 0.3                             | 18.49  | 0.09   |
| 930                                                                           | 8.19               | 88.16              | 2455.38                         | 2656.01                         | 0.39                            | 18.29  | 0.16   |
| 980                                                                           | 6.48               | 85.46              | 1852.23                         | 2126.72                         | 0.51                            | 18.81  | 0.14   |
| 1030                                                                          | 2.97               | 81.35              | 1312.21                         | 1634.63                         | 0.91                            | 19.41  | 0.38   |
| 1130                                                                          | 3.5                | 80.19              | 1268.29                         | 1536.32                         | 1.03                            | 18.62  | 0.32   |
| 1300                                                                          | 3.93               | 72.89              | 853.82                          | 1109.92                         | 1.34                            | 18.15  | 0.35   |
| Bg-127(羌巴欠) $J=0.0105$ , $W_t=0.2114\text{g}$ , 坪年龄=14.7 $\pm$ 0.3 Ma(9-12 点) |                    |                    |                                 |                                 |                                 |        |        |
| 360                                                                           | 0.06               | 18.65              | 8.58                            | 363.25                          | 28.75                           | 143.12 | 44.4   |
| 440                                                                           | 0.35               | 4.15               | 8.98                            | 308.31                          | 8.59                            | 26.7   | 12.79  |
| 520                                                                           | 1.17               | 11.48              | 31.06                           | 333.87                          | 6.15                            | 23.15  | 2.4    |
| 600                                                                           | 3.52               | 48.26              | 176.51                          | 572.54                          | 5.13                            | 29.37  | 0.72   |
| 680                                                                           | 7.33               | 70.63              | 682.54                          | 1020.61                         | 1.73                            | 19.93  | 0.32   |
| 750                                                                           | 5.6                | 62.46              | 515.93                          | 794.58                          | 1.34                            | 18.16  | 0.36   |
| 810                                                                           | 3.5                | 39.12              | 214.06                          | 486.55                          | 1.78                            | 16.76  | 0.61   |
| 870                                                                           | 3.13               | 52.23              | 375.43                          | 622.19                          | 1.79                            | 16.34  | 1.04   |
| 955                                                                           | 4.82               | 61.51              | 566.87                          | 775.71                          | 1.17                            | 15.91  | 0.42   |
| 1030                                                                          | 19.54              | 79.88              | 1623.14                         | 1524.64                         | 0.49                            | 14.23  | 0.09   |
| 1130                                                                          | 33.91              | 83.23              | 2026.99                         | 1849.28                         | 0.47                            | 14.4   | 0.05   |
| 1300                                                                          | 17.07              | 81.89              | 1706.64                         | 1698.63                         | 0.77                            | 15.44  | 0.26   |
| Bg-135(羌巴欠) $J=0.0108$ , $W_t=0.2055\text{g}$ , 坪年龄=14.2 $\pm$ 0.3 Ma(5-11 点) |                    |                    |                                 |                                 |                                 |        |        |
| 360                                                                           | 0.09               | 22.52              | 25.26                           | 381.43                          | 22.93                           | 64.91  | 39.77  |
| 440                                                                           | 1.58               | 27.06              | 101.85                          | 405.45                          | 5.12                            | 20.85  | 1.42   |
| 520                                                                           | 4.31               | 44.61              | 280.11                          | 535.5                           | 3.08                            | 16.57  | 0.4    |
| 600                                                                           | 7.84               | 61.18              | 591.92                          | 769.3                           | 1.52                            | 15.48  | 0.2    |
| 680                                                                           | 14.07              | 66.57              | 809.23                          | 897.95                          | 0.58                            | 14.4   | 0.09   |
| 750                                                                           | 15.29              | 70.14              | 989.46                          | 1009.92                         | 0.39                            | 13.97  | 0.08   |
| 810                                                                           | 20.73              | 67.69              | 857.99                          | 930.24                          | 0.31                            | 14.31  | 0.06   |
| 870                                                                           | 13.41              | 70.55              | 1009.39                         | 1024.34                         | 0.45                            | 13.97  | 0.11   |
| 930                                                                           | 8.14               | 64.79              | 748.64                          | 851.14                          | 0.65                            | 14.36  | 0.16   |
| 980                                                                           | 5.56               | 61.63              | 630.33                          | 778.87                          | 0.9                             | 14.84  | 0.26   |
| 1050                                                                          | 2.83               | 50.46              | 422.75                          | 600.29                          | 1.62                            | 13.95  | 0.51   |
| 1130                                                                          | 2.4                | 59.61              | 511.7                           | 738.18                          | 1.83                            | 16.73  | 0.74   |
| 1300                                                                          | 3.71               | 64.1               | 608.85                          | 832.53                          | 2.16                            | 17.05  | 0.42   |

分析者:中国科学院广州地球化学研究所同位素研究室蒲志平。

### 3.2 火山岩的时代

巴毛穷宗火山岩时代最早发表的

5 个 K-Ar 年龄分别为 28.6 Ma、28.3 Ma、28.0 Ma、27.8 Ma 和 20.0 Ma (邓万明, 1989), 相当于晚渐新世到中新世早期。本次研究测定的 4 个样品  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  坪年龄(表 2, 图 3), 其同位素地质年龄范围在 30~26 Ma, 相当于早渐新世早期—早中世新早期。其中样品 Bb-104 和 Bb-106 虽然年龄值接近, 但岩性不同, 说明它们非同一次喷溢的产物, 可能两次喷溢时间间隔较近。另据熔岩台地、火山锥和火山口等地貌特征和年龄变化范围较大等, 均说明该区火山活动强烈、喷溢频繁和延续时间较长(>14 Ma); 涌波错辉石安山岩早期发表的全岩 K-Ar 年龄为 9.4 Ma(李才等, 1989), 本次研究测定的  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  坪年龄为 18.6 Ma, 相当于中新世早期; 羌巴欠熔岩共测定两个年龄, 其中靠北边的辉石安山岩(Bg-127)年龄为 14.7 Ma。靠南边的安山岩(Bg-135)年龄为 14.2 Ma, 均相当中新世中期。另外, 在羌巴欠火山岩区南边的振泉湖北面发育柱状节理的火山锥火山岩时代为 14.9 Ma(邓万明, 1998)。其年龄范围均属于中新世中期, 在喷溢时间上显示南早北晚的现象。

### 3.3 巴毛穷宗 30 Ma 的熔岩及其地质意义

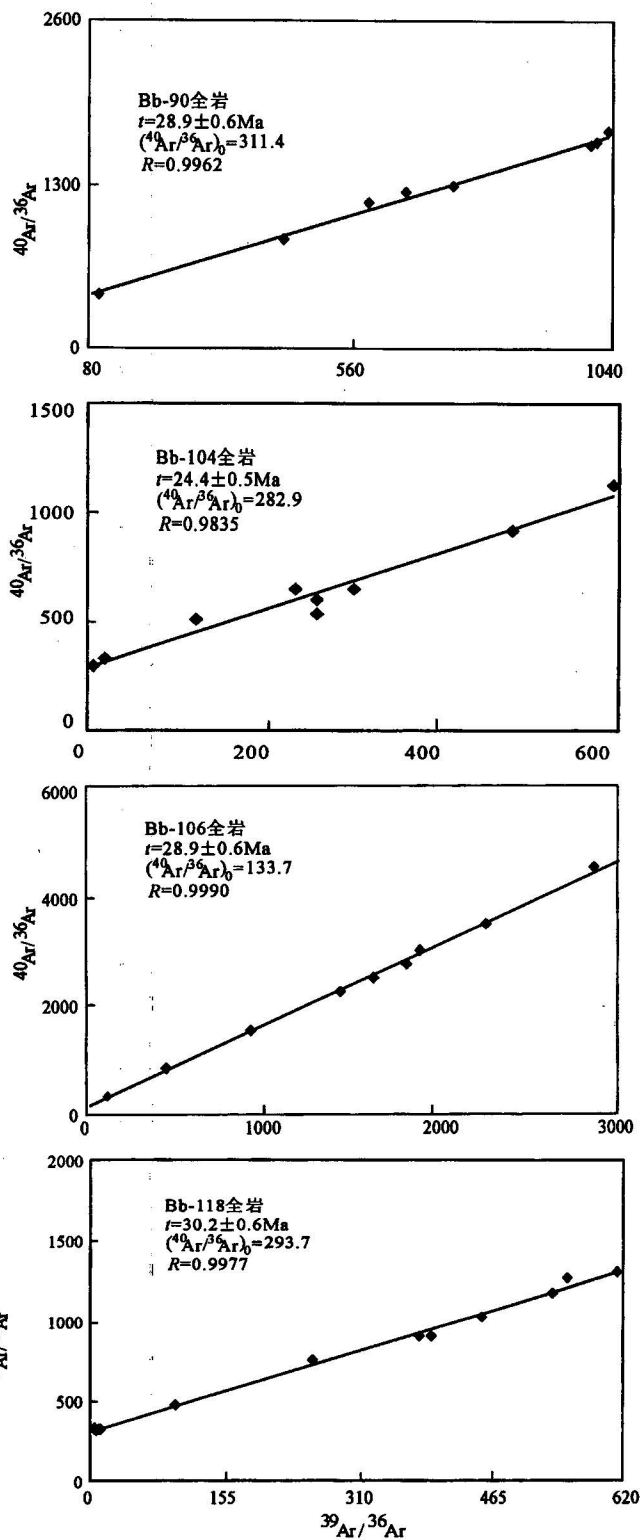
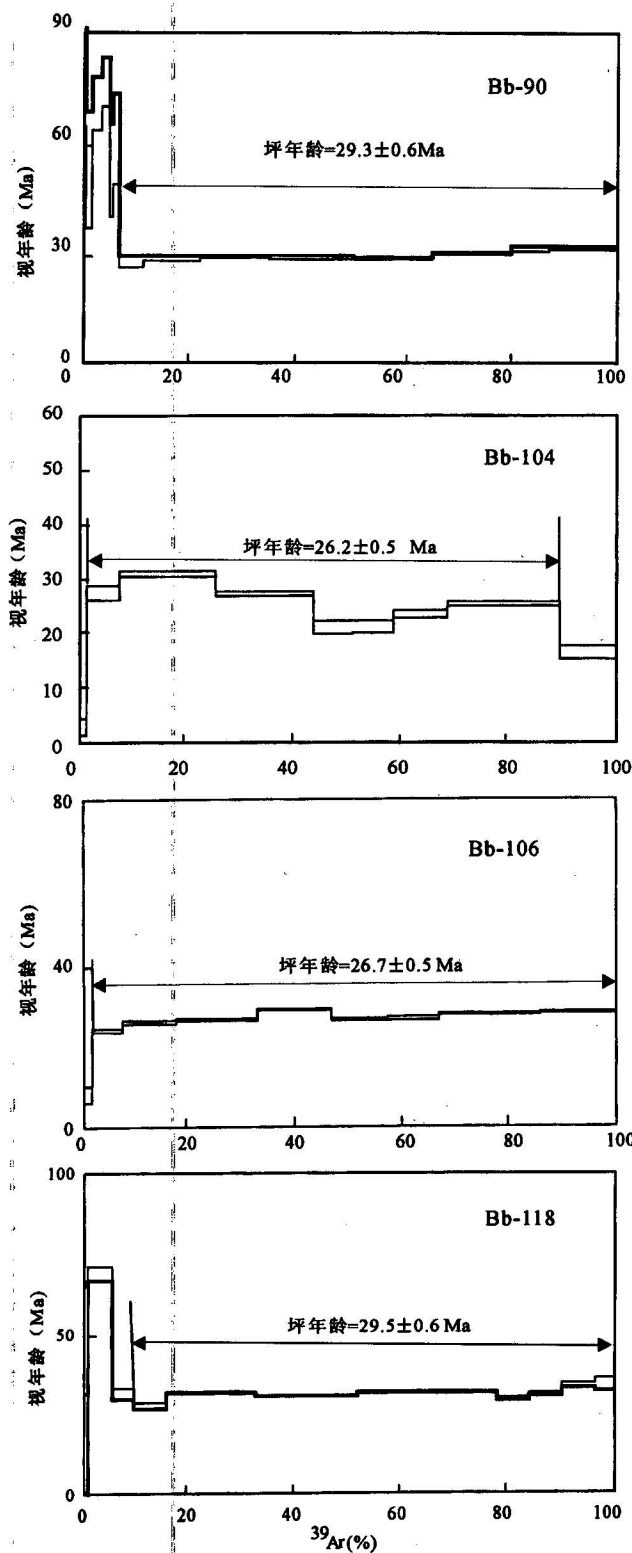
在巴毛穷宗火山岩同位素地质年龄研究中, 这次测定的 4 个年龄值是 29.5 Ma、29.3 Ma、26.7 Ma 和 26.2 Ma, 与哀牢山—金沙江新生代钾质碱性岩浆岩带东部可可西里、风火山和囊谦等地区钾质碱性岩浆岩同位素地质年龄具有一致性(张玉泉等, 1997; 邓万明等, 1999; 郑祥身等, 1996; 丁林等, 1999), 表明它们在喷溢时间上是同步的。同时这年龄值也比 Turner 等(1993)认为藏北火山作用始于 13 Ma 要早得多。亦暗示青藏高原的隆升至少应在 30 Ma 前就已经开始。另外, 从藏北(巴毛穷宗)碱性

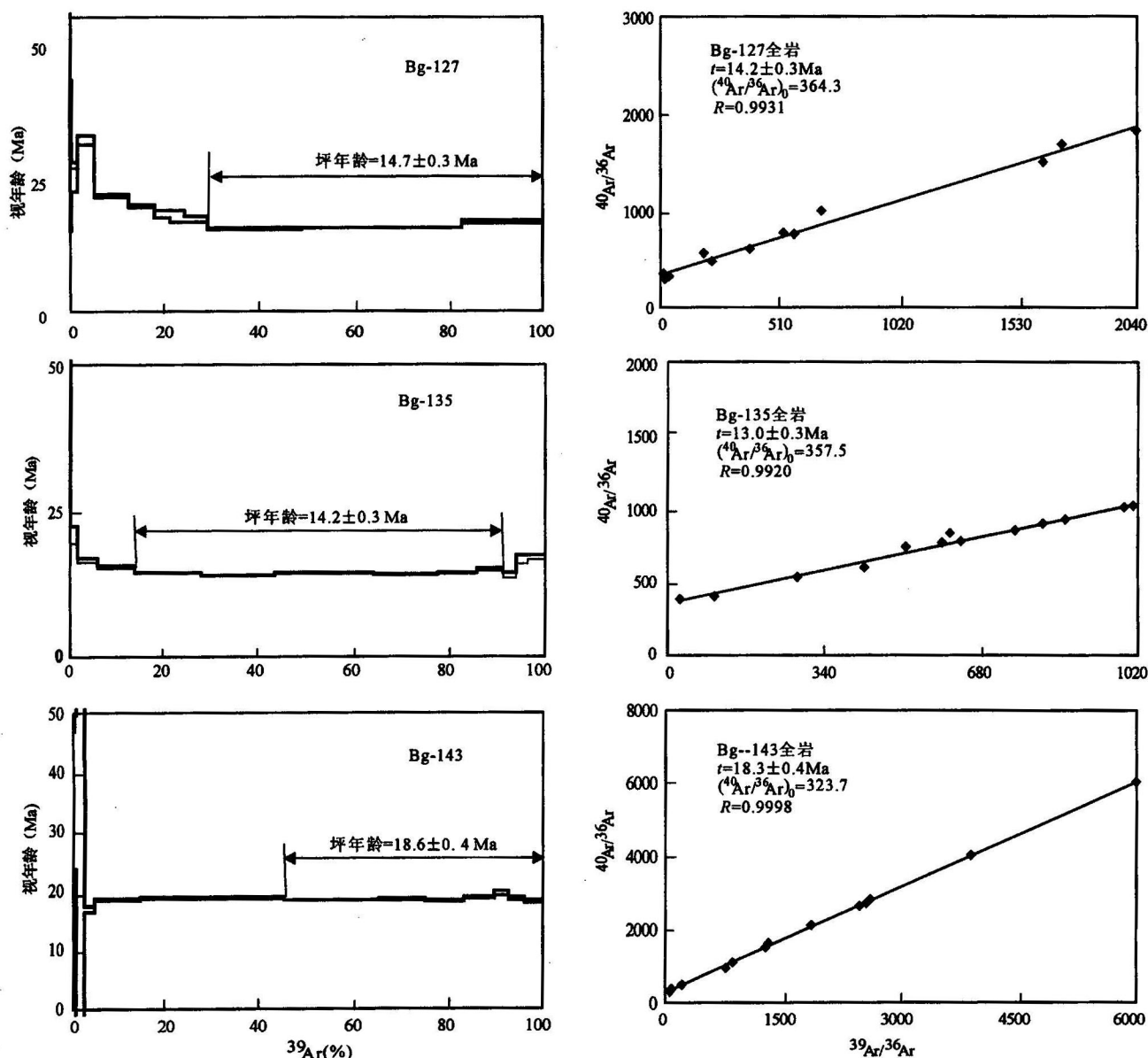
岩浆作用时间(30~26 Ma)来看,比西藏东部同一条岩带的岩浆作用时间(41~30 Ma)跨度均晚 8~9 Ma,这一数据也支持青藏高原隆升东早西晚的模式(Chung et al., 1998)。

### 3.4 高原隆升与岩浆作用

印度与欧亚两大洲的碰撞导致青藏高原的隆

升,其过程体现在断裂性质、规模和它所伴随的岩浆岩组合特征等差异上。自新生代以来,由于印度与欧亚两大洲的碰撞(50~40 Ma)(Tapponnier et al., 2001; Cüng et al., 1998; 许志琴等, 2001; 迟效国等, 2005)诱发的岩浆岩,在青藏高原地区广泛分布,而且多呈带状。在高原南部,从北到南分别伴随雅鲁



图 3 藏北巴毛穷宗—羌巴欠火山岩全岩 $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  年龄谱及时等线Fig. 3 Whole-rock  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  incremental heating age spectrum and isochron of volcanic rocks from Bamaqiongong to Qiangbaqian in the Northern Tibet

藏布江深断裂、主中央冲断层和主边界冲断层产生的岩浆岩,分属冈底斯、拉轨岗日和喜马拉雅岩带,其特点表现在断裂由超壳型到壳型,岩石组合由复杂(包括基性、中性和酸性)到简单(单一的酸性),时间由老到新等呈现有规律的变化(涂光炽等,1982)。在高原北部,从南到北,由巴毛穷宗、涌波错到羌巴欠火山岩区,亦有类似的变化规律,表现在断裂由超壳深断裂到浅部冲断层,岩浆系列由钾质碱性系列到钙碱性系列,岩石组合由复杂到单一的中偏酸性的岩石类型,岩浆作用时间由老到新等,均表明断裂

和岩浆作用及其演化与高原隆升有着密切的内在联系。另外,上述研究结果所反映的青藏高原隆升及其过程,与青藏高原隆升三阶段模式(Dewey et al., 1988)具有一致性。

### 参 考 文 献

- 迟效国,李才,金巍. 2005. 藏北羌塘地区新生代火山作用与岩石圈构造演化. 中国科学(D辑), 35(5): 399~410.  
戴樟谟,洪阿实. 1982.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  计时及西藏南部喜马拉雅期几个黑云母年龄的测定. 地球化学, (1): 48~55.  
邓万明. 1978. 藏北第四纪火山岩岩石学和岩石化学初步研究. 地质



- 学报, (2):148~162.
- 邓万明,刘关键,文世宣. 1980. 藏北路线地质. 地质科学, (2):142~155.
- 邓万明. 1989. 西藏阿里北部的新生代火山岩——兼论陆内俯冲作用. 岩石学报, (3):1~11.
- 邓万明. 1998. 青藏高原北部新生代板内火山岩. 北京:地质出版社, 24.
- 邓万明,孙红娟,张玉泉. 1999. 青海囊谦盆地新生代火山岩的 K-Ar 年龄. 科学通报, 44(23):2554~2558.
- 丁林,张进江,周勇. 1999. 青藏高原岩石圈演化的记录:藏北超钾质及钠质火山岩的岩石学与地球化学特征. 岩石学报, 15(1):408~421.
- 李才,范和平,徐峰. 1989. 青藏高原北部新生代火山岩岩石化学特征及其构造意义. 现代地质, 26(3):39~56.
- 涂光炽,张玉泉,王中刚. 1982. 西藏南部花岗岩类地球化学. 北京:科学出版社, 120~127.
- 许志琴,杨经绥,姜枚. 2001. 青藏高原北部的碰撞造山及深部动力学. 地球学报, 22(1):5~10.
- 张玉泉,谢应雯. 1997. 哀牢山—金沙江富碱侵入岩年代学和 Nd, Sr 同位素特征. 中国科学(D 辑), 27:530~545.
- 郑祥身,边千韬,郑健康. 1996. 青海可可西里地区新生代火山岩研究. 岩石学报, 12(4):530~545.
- Arnaud N O, Vidal Ph, Tapponnier P. 1992. The high-K<sub>2</sub>O volcanism of northwestern Tibet: Geochemistry and tectonic implications. Earth Plane. Sci. Lett., 111(3):351~367.
- Cung S L, Lo C H, Lee T Y. 1998. Diachronous uplift of the Tibetan plateau starting 40Myr age. Nature, 394:769~773.
- Dewey J F, Shackleton R M, Hang Chang Chen Fa. 1988. The tectonic evolution of the Tibet plateau. Phil. Trans. R. Soc. Lond., A327:379~413.
- Irvine T N, Baragar R A. 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, Canadian J. Earth Sci., 5(8):523~548.
- Miler C, Schuster R, Klezli U. 1999. Post-collisional potassic and ltrapotassic magmatism in SW Tibet: Geochemical and Sr-Nd-Pb-O isotopic constraints for mantle source characteristics and petrogenesis. Journal of Petrology, 40:1399~1424.
- Sun Lin Chung, Ching Hua Lo, Tung Yi Lee. 1998. Diachronous uplift of the Tibetan plateau starting 40 Myr ago. Nature, 394:769~773.
- Tapponnier P, Xu Z Q, Roger F. 2001. Olique step wise rise and growth of the Tibet Plateau. Science, 294: 1671~1677.
- Turner S, Hawksworth C J, Liu J Q. 1993. Timing of Tibetan uplift constrained by analysis of volcanic rocks. Nature, 364:50~53.
- Wright J B. 1969. A simple alkalinity ratio and its application to questions of non-orogenic granite gneiss, Geological Magazine, 106(4):370~384.

## The Types of Volcanic Rocks for the Bamaoqiongong, Yongbocuo and Qiangbaqian in the Northern Tibet, the Dating of <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar and Its Geological Implications

XIA Bin<sup>1)</sup>, LIN Qingcha<sup>1, 2)</sup>, ZHANG Yuquan<sup>1)</sup>, Deng Wanming<sup>3)</sup>

- 1) Key Laboratory of Marginal Sea Geology, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510640; 2) Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100039
- 3) Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100029

### Abstract

The studies of geochemistry and dating of Ar-Ar shows that the dating results are 30~26 Ma, 18 Ma and 15~14 Ma for the potassic alkali-rocks of Bamaoquanzong and the lime-alkali rocks of Yongbocuo and Qiangbaqian. And then the inherent relationships of the characteristic of these volcanic rocks, the rules of time and space and the upwarp of the Tibet were discussed.

**Key words:** Ar-Ar age; alkali rock; Bamaoqiongong; Yongbocuo; Qiangbaqian; the Northern Tibet